CONTRACT SERIAL NO. 23332-0-0010
CONTRACTOR: UNIVERSITY OF SHERBROOKE

Rapport sur les activités dans le cadre du contrat 23332-0-0010, pour la période du 15 mai au 15 septembre 1990

PAR: Stéfan Czernik
Attaché de recherche
Université de Sherbrooke

Dans la période du 15 mai au 15 septembre 1990, je travaillais, conformément à l'Annexe "A" du contrat, sur la méthodologie d'échantillonnage, les analyses des gaz secs et le reformage des gaz produits par la gazéification des résidus urbains. L'état d'avancement du travail sur les domaines respectifs est décrit ci-dessous

1. Développement d'une méthodologie d'échantillonnage des effluents gazeux issus du procédé gazéification / reformage des déchets urbains.

Les effluents gazeux du réacteur de gazéification se composent de trois fractions distinctes: des gaz secs, des vapeurs condensables et des particules. L'échantillonnage doit donc être effectué de manière à séparer ces fractions, déterminer leur teneur dans les gaz sortant du gazogène et analyser leur composition. En plus, l'hétérogénéité de ces effluents (la présence des particules) impose le mode isocinétique d'échantillonnage, C'est à dire la vitesse linéaire des gaz dans la buse d'échantillonnage doit être égale à celle dans le conduit (cheminée) pour que la teneur en particules dans l'échantillon soit la même que dans la cheminée.

Il existe sur le marché des échantillonneurs qui peuvent satisfaire ces conditions. Cependant ils sont tous destinés aux larges installations industrielles et ils ne pourraient pas être utilisés sur l'unité de gazéification à Drummondville sans modifications importantes. Considérant le prix (l'échantillonneur produit par Andersen Instruments Inc. coûte $18,000.) et la nécessité d'adaptation d'un instrument commercial, nous avons décidé de construire le montage d'échantillonnage à partir des pièces achetées chez les producteurs et des parties faites à l'atelier mécanique à l'Université de Sherbrooke. Les pièces ont été fournies aux mois de juillet et août et le montage a été complété au début de septembre. L'échantillonneur comprend une buse installée dans la cheminée en aval des cyclones, un filtre retenant des particules, un système de 4 condenseurs-absorbeurs placé dans une boîte avec un mélange refroidissant pour condenser les vapeurs, une pompe à vide pour aspirer des gaz et un compteur à gaz. Un tube Pitot mesure la vitesse des gaz dans la cheminée et une orifice montée sur la ligne d'échantillonnage entre le filtre et les condenseurs permet de savoir la vitesse des gaz dans la buse. Le système de vannes rend possible l'ajustement de la vitesse des gaz aspirés à la valeur indiquée par le tube Pitot. Le filtre, l'orifice et les condenseurs sont installés sur la mezzanine à côté de la porte d'échantillonnage pendant que la pompe, le compteur à gaz, les vannes et le manomètre de mesure de pression sur le tube Pitot et sur l'orifice

20 pp
MICROMEDIA

sont placés dans la cabine construite près du gazogène. Cette cabine abrite également le chrometrographe gazeux connecté avec le train d'échantillonnage des gaz.

Le premier test du train d'échantillonnage a été fait lors d'un essai de gazéification le 12 septembre 1990. Le mode isocinétique n'a pas été atteint parce que le tube Pitot s'était bloqué par des goudrons contenus dans les gaz sortant du gazogène. Aussi, la condensation des vapeurs a eu lieu dans les tuyaux et le filtre. Pour éviter ces phénomènes, nous avons décidé d'utiliser des courants inverses d'azote dans le tube Pitot et la buse d'échantillonnage pendant les périodes de repos du train d'échantillonnage. Le chauffage de la zone entre la buse et les condenseurs s'est avéré nécessaire. La construction d'une boîte thermostatée pour abriter le filtre et l'orifice a été recommandée. Toutes ces actions ont été terminées à la mi-octobre. Les effluents gazeux issus du réacteur de reformage seront échantillonnés de la même manière.

2. **Établissement d'un protocole analytique pour la détermination de la composition des effluents gazeux issus du procédé de gazéification et le reformage des résidus urbains.**

L'analyse des effluents gazeux doit fournir des données de la quantité et de la nature de trois fractions décrites ci-dessous.

La quantité des particules sera déterminée comme la masse retenue sur le filtre et dans les absorbeurs (si elles y sont). L'analyse élémentaire, la teneur en cendres et l'étude microscopique des particules seront faites au laboratoire à l'Université de Sherbrooke.

Les vapeurs condensables ramassées dans les absorbeurs sont composées d'eau, des composés organiques solubles en eau, et des composés organiques non solubles dans eau-goudron. Les goudrons seront séparés de la fraction aqueuse et leur masse sera ensuite déterminée. L'analyse élémentaire des goudrons ainsi que la chromatographie GC/MS seront faites à l'Université de Sherbrooke. Puisque les goudrons sont dangereux pour l'environnement, nous voudrions qu'Environnement Canada puisse s'impliquer dans l'analyse spécifique de cette fraction.

Les organiques solubles en eau seront analysés par chromatographie à l'Université de Sherbrooke. La quantité d'eau dans les gaz sera calculée comme différence entre l'accroissement de masse du système des condenseurs-absorbeurs et la masse des composés organiques.

Les gaz secs aspirés par la pompe à vide, passent d'abord par le compteur à gaz et ensuite sont injectés au chromatographe gazeux, qui fait leur analyse quantitative.

3. Revue bibliographique des normes à atteindre. Recommandations sur les démarches expérimentales à suivre pour atteindre ces objectifs.

Le procédé de gazéification des déchets urbains, pour qu'il soit compétitif à l'incinération, doit démontrer des performances énergétique et environnementale supérieures. Il faut que le rendement énergétique du procédé soit le plus élevé possible et en même temps que les normes environnementales, actuelles aussi bien qu'à venir, relatives aux émissions soient satisfaites. Ces deux conditions ne sont pas forcément compatibles et demandent à être optimisées.

Les émissions polluantes du procédé de gazéification proposé seront sous forme de gaz et de cendres. Il ne devrait pas y avoir d'effluent liquide étant donné l'option d'épuration des gaz à chaud qui a été retenue. Si l'on se réfère à l'opération des incinérateurs, les cendres (sauf les cendres volantes) ont normalement les propriétés acceptables pour leur disposition dans un site d'enfouissement conventionnel /1/. On se concentrera donc sur les émissions gazeuses, incluant les cendres volantes entraînées par le courant gazeux. Cet aspect a été étudié en détail pour les émissions des incinérateurs /1, 2, 3, 4/ dont les charges polluantes devraient ressembler à celles issues des procédés de gazéification.

3.1 POLLUANTS

Les gaz produits par la gazéification des déchets urbains posséderont outre des constituants principaux comme: CO, CO_2, H_2, N_2, etc., des constituants mineurs comme des particules (cendres volantes), goudrons, gaz acides (HCl, H_2S, SO_2), NH_3 etc. Bien que les quantités de ces derniers soient petites, ils posent des problèmes importants pour l'utilisation des gaz combustibles (condensation dans les tuyaux, érosion des turbines) et surtout ils sont dangereux à cause de leur haute toxicité.

3.1.1 Polluants organiques

Les polluants organiques constituent une fraction des goudrons et peuvent être attachés aux particules des cendres volantes. On peut distinguer deux groupes de ces composés:

- Hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP;
- Composés aromatiques chlorés: dioxines DDPC, furanes DFPC, biphéniles polychlorés BPC, chlorophénols CP, chlorobenzenes CB.

Ils se forment surtout lors de la pyrolyse des déchets lignocellulosiques. Dans la formation des dioxines et furannes la présence des précurseurs chlorés (comme les chlorophénols) est essentielle. Ces précurseurs existent par exemple dans certains papiers blanchis et ils peuvent aussi être synthétisés par la chlorination ayant lieu dans le gazogène. Bien que les mécanismes de ces réactions ne soient pas vraiment connus, le fait que les émissions

des DDPC et DFPC des incinérateurs dépassent leurs quantités dans les déchets en témoigne /2, 3, 4/.

Les normes proposées d'Environnement Canada pour les émissions de cheminée des incinérateurs admettent les limites suivantes de ces composés /1/:

- HAP 5 ug/Rm^3
- BPC 1
- CP 1
- CB 1
- DDPC + DFPC 0.5

Ces valeurs sont rapportées au gaz à 25°C et à 101.3 kPa (pression atmosphérique) dilué d'air jusqu'à 11% d'oxygène (par volume). Pour les gaz du gazogène on peut admettre des concentrations plus élevées considérant que des gaz de cheminée seront dilués par un facteur de 3 à 5 par l'air de combustion et que les polluants résiduels seront en grande partie détruits lors de la combustion des gaz.

3.1.3 Les polluants inorganiques

Les polluants inorganiques des gaz du gazogène seront de deux types:

Les gaz: HCl, H_2S, SO_2, NH_3, etc.
Les cendres volantes qui peuvent contenir des métaux lourds: Hg, Pb, Cd, etc.

Ils viennent de plusieurs sources organiques et inorganiques contenues dans les déchets. H_2S et NH_3 se forment dans le milieu réducteur du gazogène; lors de la combustion ils seront transformés en SO_2 et NOx.

Les concentrations admissibles de ces polluants dans les gaz de cheminée sont comme suit:

- HCl 75 mg/Rm^3
- SO_2 260
- NOx 400
- Particules 20
- Mercure 200 ug/Rm^3
- Plomb 50
- Cadmium 100

Les teneurs des polluants dans les gaz sortant du gazogène sont normalement supérieurs aux valeurs admissibles, ce qui impose la nécessité de la purification des gaz.

3.2 RÉFORMAGE/ÉPURATION DES GAZ

Les méthodes de purification des gaz des procédés de gazéification ont été évaluées par Brown et al./5/. On peut distinguer deux groupes de méthodes de purification des gaz de procédé de gazéification:

-absorption (scrubbing)
-conversion thermocatalytique

La purification par les méthodes du premier groupe est accompagnée du refroidissement des gaz, ce qui abaisse la performance énergétique du procédé. Cette performance est encore diminuée par la perte du carbone des goudrons et des cendres carbonnées.

La conversion thermocatalytique est donc plus avantageuse en termes énergétiques mais également en termes environnementaux parce qu'elle permet de purifier les gaz à chaud, sans utilisation d'eau. L'absorption ne fait en général qu'un transfert de pollution de la phase gazeuse à la phase liquide.

Pour la conversion thermocatalytique, on peut sélectionner des catalyseurs qui facilitent la transformation des goudrons et du carbone des cendres volantes en oxydes de carbone et hydrocarbures légers /6, 13/. D'autres catalyseurs seront sélectionnés en se basant sur des propriétés catalytiques qui détruisent des composés chlorés à haute toxicité ou qui neutralisent les gaz acides.

3.3 APPROCHE EXPÉRIMENTALE

Avant la construction du réacteur à reformage, nous avons décidé de faire une étude de laboratoire sur l'efficacité de certains catalyseurs pour la destruction des goudrons. Après l'étude de littérature sur ce sujet (5-13), quatre (4) catalyseurs de propriétés promettantes ont été sélectionnés. Ce sont: dolomite, séolite LZ-Y84 et deux catalyseurs à base de nickel.

Un montage de laboratoire a été conçu. Il est constitué du réacteur en quartz, du système d'alimentation et du système de collection des produits. Le naphtalène sera utilisé comme composé modèle; d'ailleurs il est parmi les plus abondants et les plus difficiles à craquer des constituants des goudrons.. Des séries d'expériences dans l'intervalle de température 600-850°C seront faites pour trouver les conditions optimales du procédé, c'est à dire le type de catalyseur, vitesse spatiale, la température. Ces résultats seront utilisés pour construire le réacteur couplé avec le gazogène à Drummondville.

4. Choix, achat et installation du système chromatographique

Après avoir considéré la relation prix-qualité (la performance et la fiabilité) de quelques marques, nous avons décidé d'acheter un instrument de Hewlett-Packard HP5820. Cet instrument est équipé du détecteur à conduction thermique, d'une valve d'injection de gaz à analyser et une vanne d'isolation de la colonne. La séparation du mélange analysé se fait sur deux colonnes: Parapak Q et MS13X montées en série. Les réponses du détecteur sont transmises à l'intégrateur HP3396A.

Le chromatographe a été fourni à la fin juin, testé d'abord à l'Université de Sherbrooke et ensuite transféré à Drummondville. Il est installé dans une

cabine à côté du gazogène. Toutes les connections ont été faites pour permettre des injections automatiques des gaz sortant du gazogène au chromatographe. La ligne de gaz de référence (de composition connue) ainsi que la ligne de gaz porteur (hélium) ont été installées aussi. L'instrument a démontré une bonne performance; la séparation souhaitable du mélange gazeux contenant: CO, CO_2, N_2, O_2, H_2, CH_4, C_2H_4, C_2H_6, C_3H_8 et C_4H_{10} a été atteinte pour le gaz de référence et pour le gaz sortant du gazogène.

5. **Développement des interfaces périphériques pour l'acquisition de données chromatographiques via un ordinateur principal**

Les résultats d'analyse chromatographique sont à cette étape-ci fournis par l'intégrateur HP3396A, de manière satisfaisante.

Le système d'acquisition de données ORCA qui est installé à Drummondville n'est pas encore suffisamment programmé pour l'interconnecter avec le chromatographe. Au fur et à mesure du progrès dans la programmation, les données chromatographiques pourront être transmises à l'ordinateur principal.

BIBLIOGRAPHIE

1. CCMRE Directives Canadiennes sur le fonctionnement des incinérateurs de déchets urbains solides et sur les émissions. Octobre 1988.

2. Le programme national d'essais et d'évaluation des incinérateurs: évaluation des émissions à l'incinérateur de déchets non conditionnés de la ville de Québec. Rapport SPE 3/UP/5. Juin 1988.

3. SHAUB, W.M. Technical issues concerned with PCDD and PCDF formation and destruction in MSW fired incinerators. NBSIR 84-2975, National Bureau of Standards, Washington, DC 1984.

4. BUECKENS, A., J. SCHOETERS. Thermal Methods in waste disposal. Final report EEC 10011/B7210/83 B.

5. BROWN, M.D., E.G. BAKER and L.K. MUDGE. "Evaluation of process for removal of particulates, tars and oils from biomass gasifier product gases. Proceedings of Energy from Biomass and Wastes X, Washington, DC, 1986.

6. RENSFELD, E., C. EKSTROM. Fuel gas from municipal waste in integratedd circulating fluid-bed gasification/gas-cleaning process. Energy from Biomass and Waste XII, New Orleans, 1988.

7. EKSTROM, C., N. LINDMAN, R. PETTERSON. Fundamentals of Thermochemical Biomass Conversion. Overend R.P., Milne T.A. and Mudge L.K. (eds.) Elsevier App. Sci. Pu. London, 1985, pp. 601-618.

8. DONNOT, A., J. RENINGOVOLO, P. MAGNE and X. DEGLISE, J. Anal. Appl. Pyrol., 1985, 401-414.

9. SJOSTROM, K., G. TARALAS, L. LIINANKI, in Research in Thermochemical Biomass Conversion. Bridgewater A.V. and Kuester J.L. (eds.) Elsevier App. Sci. Pu. London, 1989, pp. 974-986.

10. ALDEN, H., E. BENGT-GORAN, E. RENSFELD, Ibid. pp. 987-1001.

11. CORELLA, J., J. HERGUIDO, J. GONZALEZ-SAIZ, F.J.ALDAY, J.L. RODRIGUEZ-TRUJILLO. Ibid. pp. 754-765.

12. MUDGE, L.K., E.G. BAKER, M.D. BROWN, and W.A. WILCOX. Ibid. pp. 1141-1155.

13. BLACK, J.W. - Catalytic decomposition of tar from fluidized bed gasifier. Contract File #23216-6-6088/01-SZ. Energy, Mines et Ressources Canada, Ottawa, 1989.

Rapport sur les activités

dans le cadre du contrat 23332-0-0010/01-XSD

pour la période du

15 septembre au 31 décembre 1990

par

Stéfan Czernik
Attaché de recherche
Université de Sherbrooke

Dans la période rapportée, j'ai travaillé, conformément à l'Annexe A du contrat, sur l'échantillonnage et l'analyse des gaz produits par l'installation du plan de gazéification à Drummondville ainsi que sur le réformage des goudrons. J'ai continué des travaux incorporés dans les tâches no. 1 et no. 2. Les tâches no. 7 et no. 8 ont débuté, aussi la suite a été donnée à la tâche no. 3. Les tâches no. 4 et no. 6 ont été rapportées précédemment et peuvent être considérées terminées. Le progrès des travaux dans les domaines respectifs est présenté ci-dessous.

1. Développement d'une méthodologie d'échantillonnage des effluents gazeux issus du procédé gazéification/réformage des résidus urbains.
   Les objectifs de ces travaux ont été précisés en détail dans le rapport précédent. Le train d'échantillonnage a été construit comme décrit. Son fonctionnement s'est avéré insatisfaisant lors des premiers essais de gazéification effectués au mois de septembre 1990. Le tube Pitot mesurant la vitesse des gaz dans la cheminée s'était bloqué par des goudrons contenus. Aussi, la condensation des vapeurs a eu lieu dans les tuyaux joignant la porte d'échantillonnage avec le filtre et dans le filtre. Pour éviter ces contraintes, nous avons construit une ligne de courant inversé d'azote pour le tube Pitot et la buse d'échantillonnage utilisée pendant les périodes de repos du train d'échantillonnage. Une boîte thermostatée abritant le filtre et l'orifice a été construite aussi, ainsi que le chauffage des tuyaux entre la cheminée et la boîte a été installé.

   Le train d'échantillonnage dans sa forme actuelle est présenté à la figure 1. Il fonctionne, en général, de façon satisfaisante. Jusqu'au 31 décembre 1990, 14 expériences de gazéification ont été effectuées. Pendant quelques essais il y a eu des difficultés

avec l'obturation du tube Pitot, ce qui n'empêchait pas le prélèvement isocinétique (± 15%) des gaz sortant du gazogène dont le débit était stable et connu.

Un protocole d'échantillonnage est présenté ci-dessous.

2. Etablissement d'un protocole analytique pour la détermination de la composition des effluents gazeux issus du procédé de gazéification et le reformage des résidus urbains.

Le concept d'analyse des effluents gazeux a été présenté dans le rapport précédent. A l'étape actuelle la teneur en particules est déterminée comme le rapport entre l'accroissement de la masse du filtre (avant et après échantillonnage) et le volume du gaz échantillonné, mesuré par le compteur. Ces particules recueillies au filtre sont ensuite analysées au laboratoire de l'Université de Sherbrooke où on détermine leur composition élémentaire en C, H, N et le contenu en cendres inorganiques. Dans le futur, nous voudrions aussi étudier la structure des particules par microscopie électronique.

Les vapeurs condensables ramassées dans le système d'absorbeur-condenseur après l'expérience sont transférées à des réservoirs appropriés. Leur séparation et analyse se font à l'Université de Sherbrooke. Les goudrons sont traités par évaporation sous vide. De l'eau, des composés organiques volatiles et du solvant de lavage des condenseurs (acétone) sont ainsi enlevés. On détermine leur masse ainsi que leur composition élémentaire. Les goudrons sont aussi analysés qualitativement par GC/MS. La composition des goudrons dépend de la température du procédé de gazéification, mais ils contiennent toujours des hydrocarbures aromatiques polycycliques, ce qui est représenté au chromatogramme ci-joint. Puisque ces composés sont dangereux pour l'environnement et que leur quantification devra être effectuée conformément aux exigences, nous espérons qu'Environnement Canada s'impliquera dans l'analyse spécifique de cette fraction.

A l'étape actuelle, la fraction aqueuse des vapeurs condensables n'est pas analysée quantitativement pour déterminer le contenu des composés organiques volatiles. La teneur en ces composés est petite et elle n'est pas considérée dans le bilan des masses sur le gazogène. Lors d'une étape ultérieure, cette fraction sera analysée par chromatographie gazeuse et aussi nous déterminerons le TOC (total organic carbon).

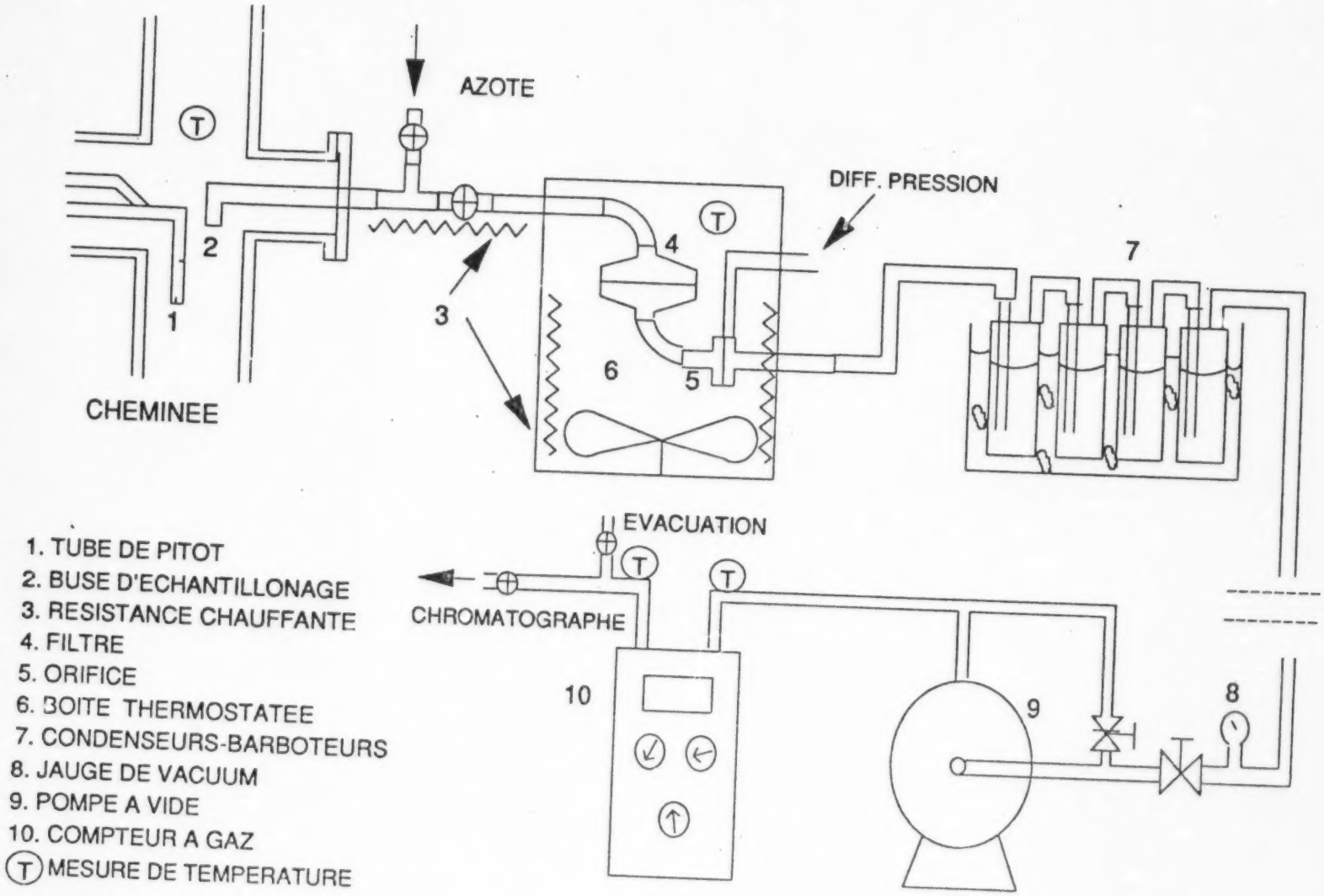


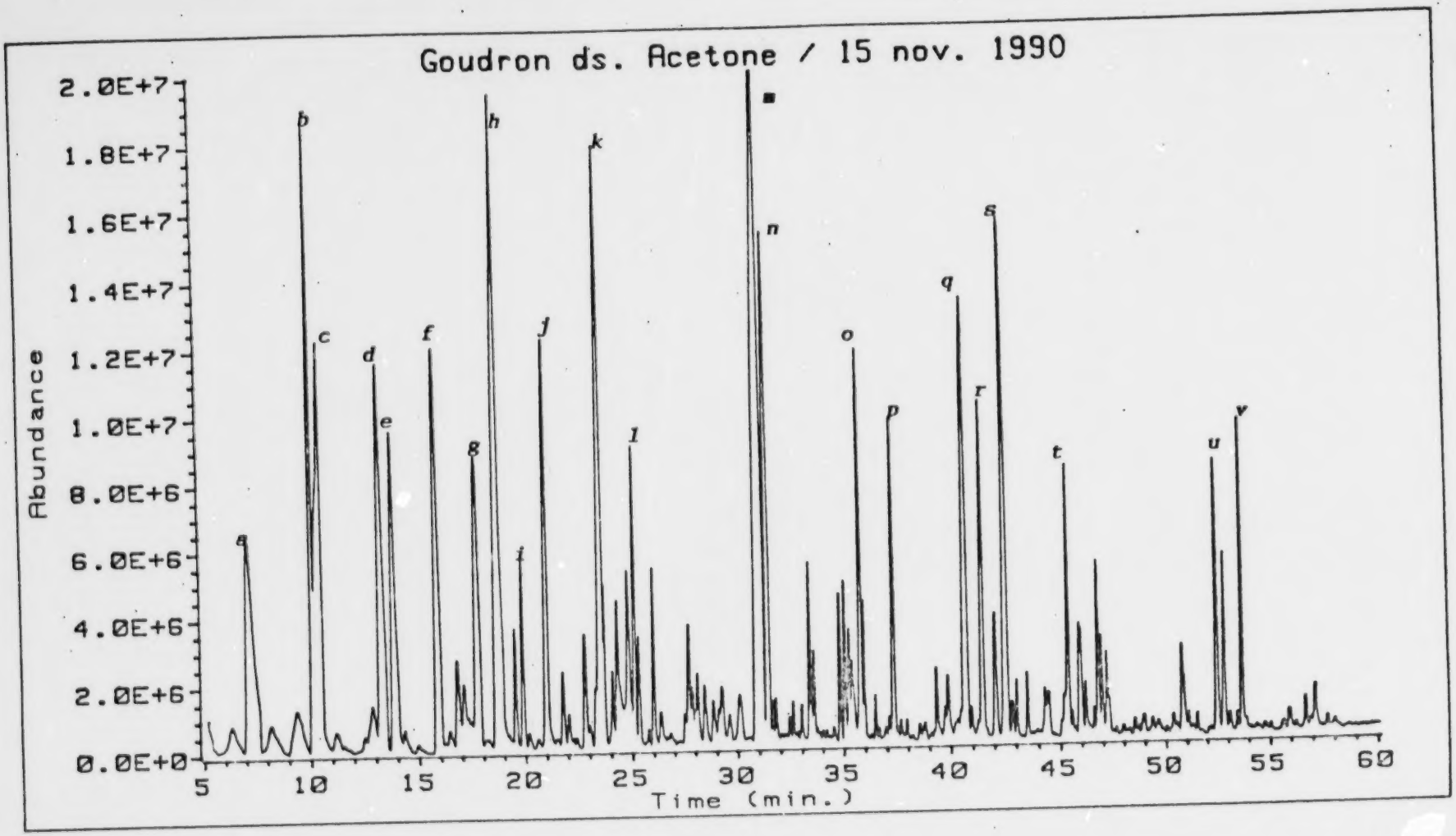
Figure 1 Train d'échantillonnage

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

Date: 6 décembre 1990
Expérience No
Buse d'échantillonnage 1/4" de diamètre
Orifice 1/4" de diamètre

	Poids final g	Poids initial g	Poids net g
Filtre:	0.9	0.8	0.1
Barboteur No. 1	775.8	695.3	80.5
2	807.4	777.0	30.4
3	498.9	488.4	10.5
4	779.6	769.9	9.7
Condensables totales:			131.1

Heure	Temperat. des gaz de sortie °C	Vitesse des gaz de sortie m/s	Temperat d'orifice °C	ΔH orifice " H2O	Temperat. au compteur		Lecture du compteur Pi Cu.
					Entrée °C	Sortie °C	
3:14	21.9	4.5	220	0.20	37.2	19.9	790.8
3:44	21.1		220	0.18	58.9	21.6	812.0
Minutes	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Moyenne	Nm3
30	21.5	4.5	220	0.19	48.0	20.7	0.53



A- 4-Ethynyltoluene
B- Naphthalene
C- n/i
D- 2-Methylnaphthalene
E- 1-Methylnaphthalene
F- Biphenyl
G- 2-Ethenylnaphthalene
H- Acenaphthylene
I- n/i
J- Dibenzofuran
K- Fluorene
L- n/i
M- Anthracene
N- Phenanthrene
O- 4H-Cyclopenta(def)phenanthrene
P- 2-Phenylnaphthalene
Q- Fluoranthene
R- Pyrene
S- n/i
T- 11H-Benzo(b)fluorene
U- Benzo(c)phenanthrene
V- Dioctyl Phthalate

Les gaz secs (nettoyés des particules et des condensables) sont aspirés par la pompe à vide, passent par le compteur à gaz et sont ensuite injectés au chromatographe gazeux HP5890. Les constituants du mélange sont séparés sur les deux colonnes en série: Parapak Q et tamis moléculaires MS13X. La vanne de détournement entre les deux colonnes permet d'acheminer le gaz sortant de la première colonne, soit à la deuxième colonne soit directement au détecteur à conduction thermique. L'hélium est utilisé comme gaz porteur. Son débit par les colonnes est ajusté à 20 ml/min., le changement de température des colonnes, le temps d'ouverture et de fermeture de valve et la sensibilité du détecteur sont programmés pour optimiser la séparation et assurer une bonne détection des constituants dont les concentrations sont très diversifiées (50% d'azote, 0.1% de butylène).

A partir du moment d'injection soit par une valve soit par seryngue, pendant 2.2 minutes le gaz éluant circule à travers les deux colonnes, permettant à l'hydrogène d'atteindre le détecteur. Après cette période la vanne de détournement dirige le CO_2 et les hydrocarbures C_2-C_4 de la première colonne au détecteur sans passer par la deuxième colonne. Après 13 minutes du temps d'injection, la vanne de détournement rentre à sa position initiale et l'oxygène, l'azote, le méthane et le monoxyde de carbone qui se trouvaient renfermés dans la deuxième colonne sont élués au détecteur.

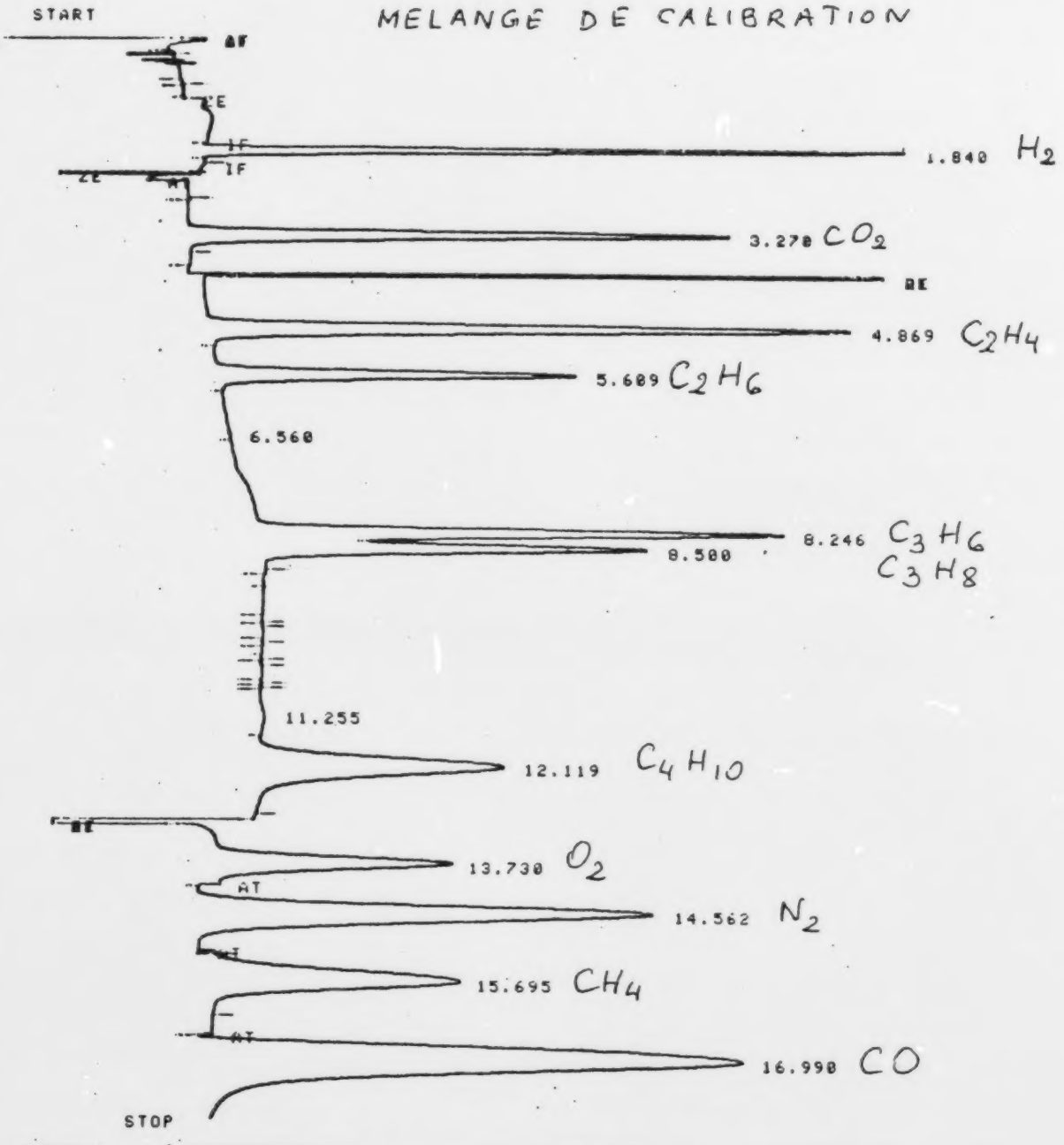
La quantification des constituants se fait par comparaison des tailles des pics d'échantillon analysé avec des tailles des pics correspondant du mélange de calibration de composition connue.

Les chromatogrammes du mélange de calibration et du gaz produit par la gazéification du bois sont montrés ci-dessous.

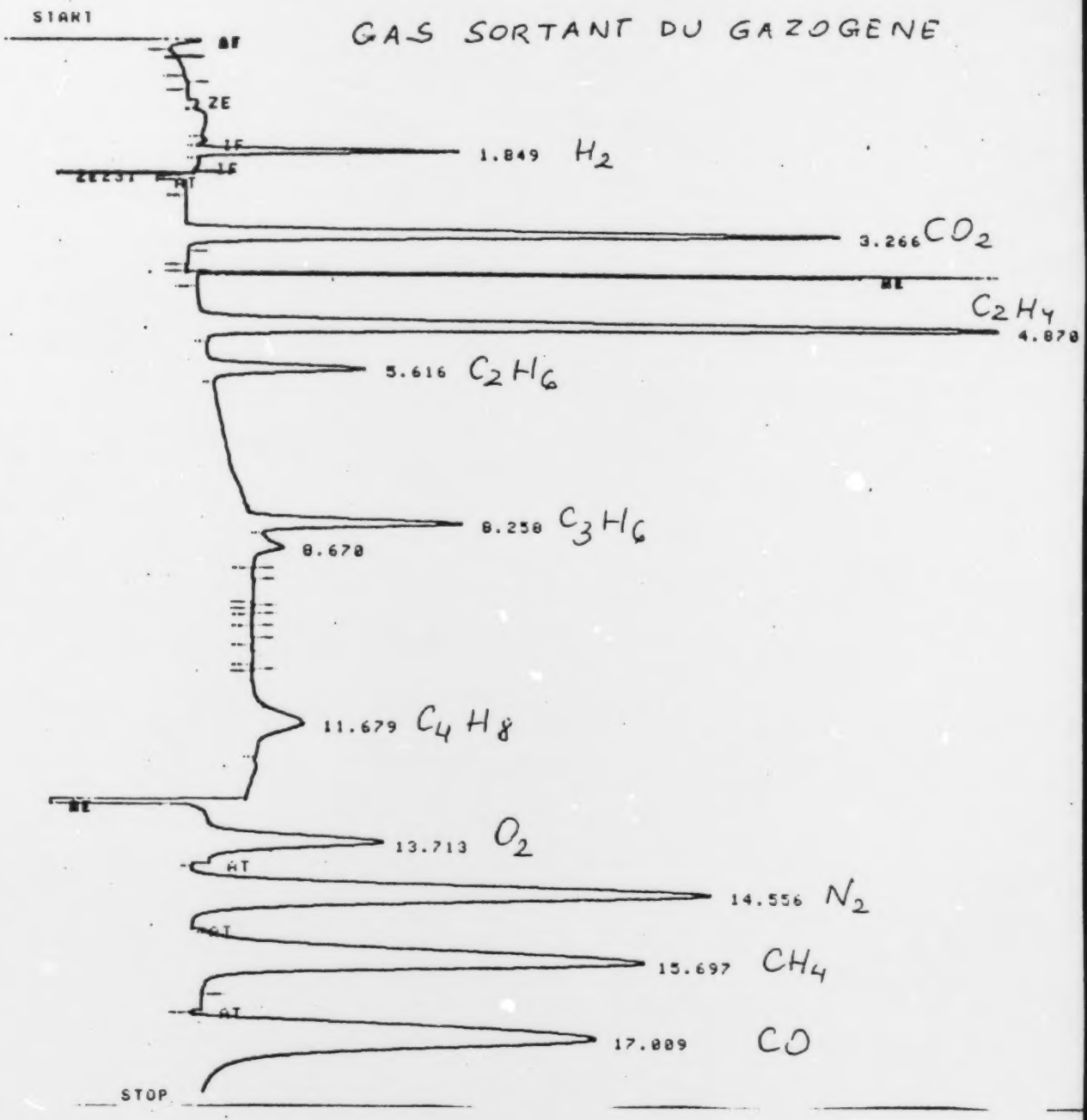
3. Revue bibliographique des normes à atteindre quant à des possibles contaminants gazeux dans les effluants de sortie. Recommandations sur les démarches expérimentales à suivre pour atteindre ces objectifs.

Une revue bibliographique sur des normes et sur le reformage des goudrons issus du gazogène (tâche no. 6) a été présentée dans le rapport précédent. Cette revue a été suivie par le choix de quatre catalyseurs: dolomite, zéolite LZ-Y84 et deux catalyseurs à la base de nickel G90C et G98B pour l'étude de laboratoire sur l'efficacité dans le procédé de reformage.

MELANGE DE CALIBRATION



GAS SORTANT DU GAZOGENE



Aussi, un montage de laboratoire a été construit. Il est constitué du réacteur tubulaire en quartz, du système d'alimentation et du système de collection des produits. A cause des problèmes de dilatation thermique et des contraintes thermo-mécaniques qui deux fois ont abouti à la rupture du tuyau de quartz, dans la version qui est actuellement fonctionnelle au laboratoire de l'Université de Sherbrooke, le réacteur est fait en acier inoxydable. Le montage de l'unité de reformage est présenté schématiquement à la figure ci-dessous.

Le naphtalène est utilisé comme composé modèle: il est d'ailleurs parmi les plus abondants et les plus réfractaires constituants des goudrons.

Des séries d'expériences sont en train de commencer pour trouver les conditions optimales du procédé de reformage.

5. Développement des interfaces périphériques pour l'acquisition de données chromatographiques via un ordinateur principal.

Les travaux dans le cadre de cette tâche n'ont pas avancé dernièrement à cause de certaines lacunes dans la programmation du système ORCA. Ils seront continués et accomplis au fur et à mesure du progrès dans la programmation du système d'acquisition de données.

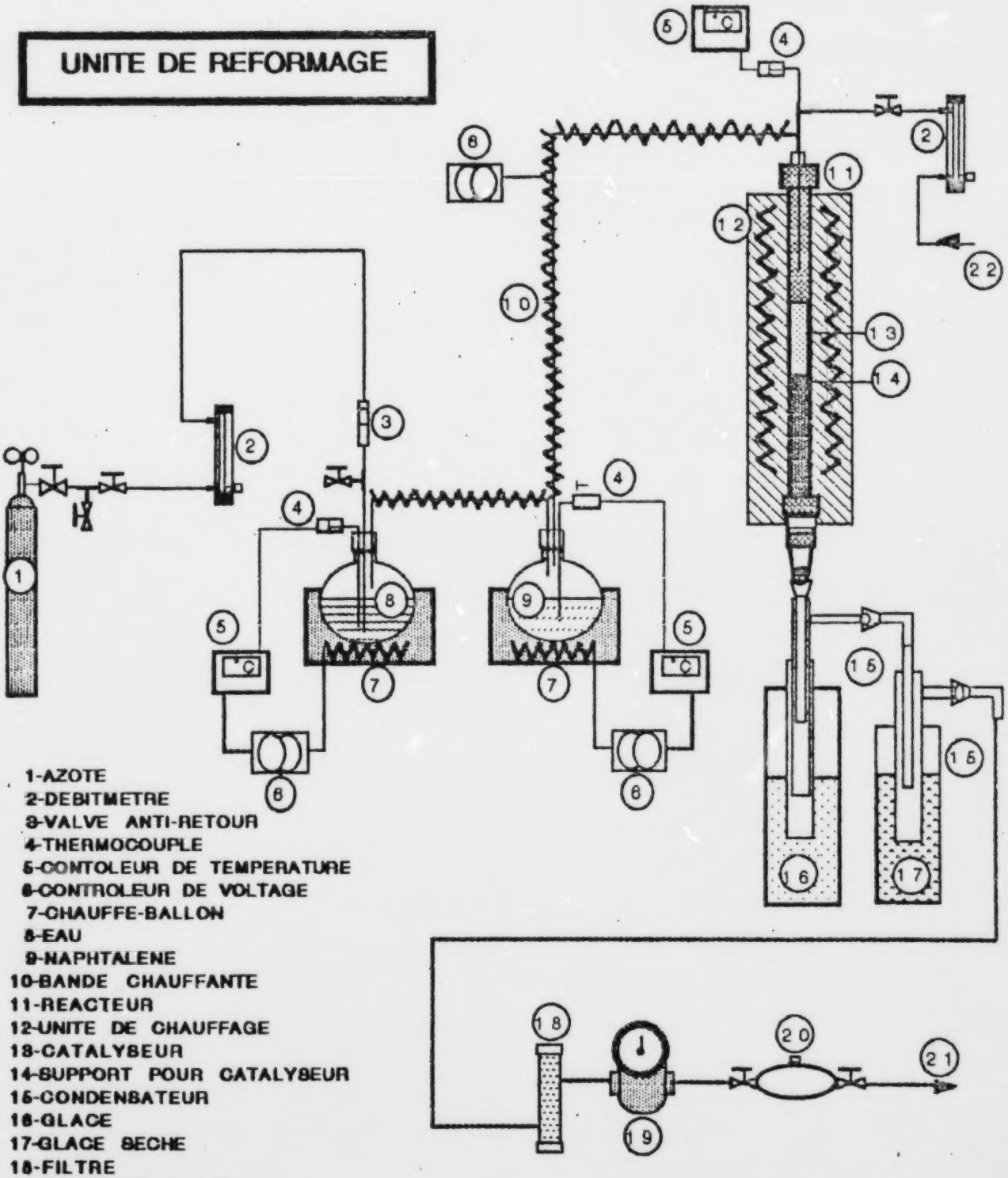
7. Etablissement d'un protocole analytique pour caractériser les changements du caloporteur de fluidisation dans le gazogène.

Ce problème sera étudié plus profondément en parrallèle avec l'avancement du programme d'expériences de gazéification. A l'étape actuelle des échantillons de sable du lit ont été prélevés après un mois d'expériences pour déterminer la granulométrie du sable et le taux de carbone.

8. Etablissement d'un protocole opératoire pour l'établissement de bilans de matières et d'énergie sur l'unité de gazéification.

L'établissement d'un bilan autour d'un système en continu consiste à vérifier l'égalité suivante:

UNITE DE REFORMAGE



1-AZOTE
2-DEBITMETRE
3-VALVE ANTI-RETOUR
4-THERMOCOUPLE
5-CONTOLEUR DE TEMPERATURE
6-CONTROLEUR DE VOLTAGE
7-CHAUFFE-BALLON
8-EAU
9-NAPHTALENE
10-BANDE CHAUFFANTE
11-REACTEUR
12-UNITE DE CHAUFFAGE
13-CATALYSEUR
14-SUPPORT POUR CATALYSEUR
15-CONDENSATEUR
16-GLACE
17-GLACE SECHE
18-FILTRE
19-COMPTEUR A GAZ
20-ECHANTILLONEUR
21-EVACUATION
22-AIR COMPRIME

entrée = sortie

A l'entrée du gazogène on a:

1) de la biomasse sèche
2) de l'eau, à cause de l'humidité de biomasse
3) de l'air

A la sortie du système on a:

1) du gaz sec et propre
2) de l'eau, à cause de l'humidité de ce gaz
3) du goudron
4) des organiques solubles en eau
5) des particules (cendres volantes) dans le gaz
6) des cendres

Le bilan massique implique des débits massiques (kg/h) de chacune de ces substances. Le bilan global doit être suivi par les bilans atomiques de chacun des atomes: C, H, O, N, contenus dans ces substances.
Le bilan d'énergie implique le calcul de l'enthalpie associée à chacune de ces mêmes substances. En ce qui concerne le bilan d'énergie à l'entrée on aura:

1) la chaleur sensible et la chaleur de combustion de la biomasse sèche
2) l'enthalpie de l'eau d'humidité de la biomasse
3) l'enthalpie de l'air

A la sortie il faut considérer:

1) la chaleur sensible et la chaleur de combustion du gaz sec et propre
2) l'enthalpie de l'eau contenue dans le gaz
3) la chaleur sensible et la chaleur de combustion des composés organiques solubles dans l'eau
4) la chaleur sensible et la chaleur de combustion des goudrons

5) la chaleur sensible et la chaleur de combustion des particules en suspension dans le gaz
6) la chaleur sensible et la chaleur de combustion des cendres
7) les pertes thermiques du système.

Les conditions de référence pour les calculs d'enthalpie sont de 15°C et de 1 atm, tandis que les chaleurs de combustion sont calculées pour une température standard de 25°C. En général, les calculs de bilans de matière et d'énergie requièrent deux types de données de base: celles reliées directement au fonctionnement du gazogène et celles obtenues à partir d'analyses d'échantillons. Les données du premier groupe qui concernent les bilans massiques sont les suivantes:

a) le débit massique de biomasse humide
b) le débit volumique de l'air
c) le débit volumique du gaz produit
d) le poids des cendres recueillies

pour les bilans d'énergie il faut mesurer en plus

e) la température de la biomasse avant l'entrée au réacteur
f) la température de l'air d'entrée
g) la température du gaz à la sortie du système

Les données du deuxième groupe doivent comprendre:

a) le taux d'humidité de la biomasse, cendres
b) la composition du gaz sec et propre
c) le taux d'humidité du gaz
d) le taux de goudron et des composés organiques solubles dans l'eau
e) le taux de particules
f) l'analyse élémentaire de la biomasse, des goudrons, des cendres
g) le pouvoir calorifique des goudrons, des composés organiques solubles dans l'eau et des particules en suspension dans le gaz
h) le pouvoir calorifique des cendres
i) le pouvoir calorifique de la biomasse sèche.

A l'étape actuelle, les logiciels d'ordinateur sont en train de développement pour effectuer tous les calculs de bilans. Ils seront inclus dans le rapport final.

9. Identification des congrès spécialisés dans le secteur de conversion énergétique des résidus urbains, fluidisation et reformage catalytique. Choix d'une activité, participation et rapport sur les présentations et l'état de l'art concernant le sujet.

A l'étape présente du travail il n'y avait pas beaucoup de temps pour participer aux conférences. Néanmoins, durant la période rapportée j'ai pris part à deux conférences:

1. le 15 juin 1990 à Varennes sur l'efficacité énergétique et CADDET, organisée par EMR/CANMET-Laboratoire de Recherche sur la Diversification énergétique.

2. le 23-24 octobre 1990 à Ottawa
"R&D Contractors Meeting on Biomass Liquefaction" organisée par EMR/CANMET-Alternative Energy Division. La présentation préparée sur la gazéification des résidus urbains n'a pas été donnée à cause de surcharge du programme, qui d'ailleurs visait plus d'autres procédés de conversion thermique.

10. Présence aux réunions du groupe Gazéification et participation aux décisions quant aux orientations, protocoles expérimentaux et analyse des résultats.

Je participe régulièrement aux réunions hebdomadaires du groupe Gazéification où je présente les résultats des expériences effectuées et je prends part activement dans la planification des expériences à venir.